

Pb-FREE BEARING FOR FUEL INJECTION PUMP

Publication number: JP2005350722 (A)

Publication date: 2005-12-22

Inventor(s): YOKOTA HIROMI; YOSHITOME DAISUKE; HAYAKAWA HIROAKI; INAYOSHI SHIGEHICO; MURAKAMI YOICHI; SUZUKI MASASHI; NOSU TAKAHIRO

Applicant(s): TAIHO KOGYO CO LTD; DENSO CORP

Classification:

- international: B22F5/00; C22C1/04; C22C9/00; C22C9/02; C22C9/06;
C22C32/00; F16C33/12; F16C33/14; B22F5/00;
C22C1/04; C22C9/00; C22C9/02; C22C9/06; C22C32/00;
F16C33/04; (IPC1-7): C22C9/00; B22F5/00; C22C1/04;
C22C9/02; C22C9/06; F16C33/12

- European: C22C32/00; C22C32/00G; F16C33/12; F16C33/14

Application number: JP20040172349 20040610

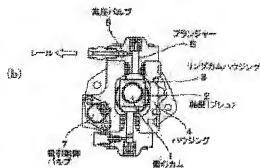
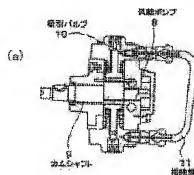
Priority number(s): JP20040172349 20040610

Also published as:

EP1605069 (A1)
EP1605069 (B1)
US2006000527 (A1)
DE602005001976 (T2)
CN1721560 (A)

Abstract of JP 2005350722 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To make better the sinterability, seizure resistance, fatigue resistance and corrosion resistance of a Cu-Bi based sintered alloy used for a fuel injection pump component. ; **SOLUTION:** The Pb-free bearing has a composition comprising 1 to 30 mass% Bi and 0.1 to 10 mass% hard material grains with an average grain size of 10 to 150 [μm], and the balance Cu with inevitable impurities, and has a structure where a Bi phase having an average grain size smaller than that of the hard material grains is dispersed into a Cu matrix. ; **COPYRIGHT:** (C)2006 JP808NCIP1



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

Bi1~30質量%及び平均粒径が10~50 μ mの硬質物粒子0.1~10質量%を含有し、残部がCu及び不可避的不純物からなる組成を有し、前記硬質物粒子より平均粒径が小さいBi相がCuマトリックス中に分散していることを特徴とする燃料噴射ポンプ用Pbフリー軸受。

【請求項 2】

Bi1~30質量%と、Sn1~15質量%、Ni0.1~5質量%及びP0.5質量%以下からなる群の少なくとも1種と、平均粒径が10~50 μ mの硬質物粒子0.1~10質量%を含有し、残部がCu及び不可避的不純物からなる組成を有し、前記硬質物粒子より平均粒径が小さいBi相が銅合金マトリックス中に分散していることを特徴とする燃料噴射ポンプ用Pbフリー軸受。

【請求項 3】

Bi1~30質量%及び平均粒径が10~50 μ mの硬質物粒子0.1~10質量%を含有し、残部がCu及び不可避的不純物からなる組成を有し、前記硬質物粒子と接しているBi相に関して、該Bi相全周に対する硬質物粒子の接触長さ割合が50%以下である硬質物粒子の存在割合が硬質物粒子個数の全体に対して70%以上であることを特徴とする燃料噴射ポンプ用Pbフリー軸受。

【請求項 4】

Bi1~30質量%と、平均粒径が10~50 μ mの硬質物粒子0.1~10質量%と、Sn1~15質量%、Ni0.1~5質量%、及び0.5質量%以下のPからなる群の少なくとも1種とを含有し、残部がCu及び不可避的不純物からなる組成を有し、前記硬質物粒子と接しているBi相に関して、該Bi相全周に対する硬質物粒子の接触長さ割合が50%以下である硬質物粒子の存在割合が硬質物粒子個数の全体に対して70%以上であることを特徴とする燃料噴射ポンプ用Pbフリー軸受。

【請求項 5】

前記硬質物粒子はFe₂P、Fe₃P、FeB、Fe₂B、Fe₃BなどのFe系化合物である請求項1から4までの何れか1項記載の燃料噴射ポンプ用Pbフリー軸受。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料噴射ポンプ用軸受に関するものであり、さらに詳しく述べるならば、Pbを含有しなくとも摺動特性が優れた銅基焼結合金を用いた燃料噴射ポンプ用軸受に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ディーゼルエンジンの燃料噴射装置は、燃料を微粒化して空気との均一噴霧混合状態を作り出し、かつ燃料噴射に必要な圧力を発生させ、エンジンの負荷・回転に応じた適切な噴射量・噴射時間で燃焼室内へ燃料を噴射する役目をする。

燃料噴射ポンプは、通常、クランク軸によりベルト駆動され片持ち構造となるため、軸受にはベルト張力による偏荷重がかかる。軸受はエンジンの燃料によって潤滑されるが、粘度が低いことと偏荷重の負荷により境界潤滑状態になりやすい。このため軸受材には耐摩耗性、耐焼付き性といった性能が要求される。最近では、ディーゼルエンジンにおいて環境保護を目的に軽油燃料の低硫黄化が検討されており、潤滑性が低下するので特に耐摩耗性が必要である。

【0003】

燃料噴射ポンプ用軸受としては、従来、鉛青銅系材料が多用されている。この組成は例えばSn3.0%、Pb23.0%、Fe3.0%、P1.0%、残部Cuであり、これらの成分中Feが硬質物を形成し、耐摩耗性を向上している。

【0004】

燃料微粒化のためには、燃料噴射装置には高い圧力が求められる。しかし、従来の燃料噴射装置では、エンジン回転速度に依存するため、低回転、高負荷時には高圧力が得られ

10

20

30

40

50

難い。また、高圧噴射で得られた微粒化噴霧を燃焼させると多量の NO_x 、騒音が発生するという問題が起こる。これらに対し、コモンレール方式の燃料噴射装置が開発され、現在さらに高圧化が進んでいる。

高圧化に対応するため、燃料噴射ポンプにはアウトカム圧送方式を採用している。この方式では内部にリングカムと呼ばれる部位があり、その摺動部には軸受が使用される。

図5は燃料噴射ポンプの一例を示し、図中1は偏心カム、2は軸受(ブシュ)、3はリングカムハウジングである。また4はハウジング、5は高圧バルブ、6はプランジャー、7は吸引制御バルブ、8は供給ポンプ、9はカムシャフト、10は吸引バルブ、11は接続管である。ここで使用される軸受は高圧化に伴い、軸受にかかる繰り返し面圧は高くなり、また、燃料による潤滑のため、油膜厚が非常に薄い。これらの使用環境から軸受には耐焼付き性、耐疲労性の向上が求められる。

このような燃料噴射ポンプ用軸受には現在Pb含有軸受あるいは樹脂軸受が使用されている。

【0006】

さらに、非特許文献1(日本トライボロジ学会トライボロジ会議予稿集(東京2003-5)、耐酸化軸受材の開発、B19)には、Cu-Ni-Zn系材料に0.4wt%P及び2~5% Cを添加した燃料ポンプ用軸受材料の研究が発表され、主として高硫黄ガソリンに対する耐酸化性が試験されている。ここで、焼結合金に複合化されている黒鉛(C)は低摩擦性を付与するものであり、したがって、非特許文献1の材料は環境負荷物質であるPbを使用しない組成となっている。

【0006】

燃料噴射ポンプ用ブシュは、一般のブシュと比較して厳しい境界潤滑環境下で使用されるため、ブシュに要求される耐摩耗性・耐焼付き性・耐食性などは高いレベルであり、鉛青銅が使われている。

摺動用銅合金に添加されるPbは摺動時の温度上昇によって摺動面において膨張・延伸する結果、Pbは摺動面を冷却すると同時に、その優れた自己潤滑作用により焼付きを防止する。さらに、Pbは軟質分散相であるから、なじみ性及び異物埋込性を有している。

【0007】

しかしながら、Pbは硫酸以外の酸に腐食され易く、Cu合金中に粗大粒子として存在すると、軸受の負荷能力が低下するために、特許文献1(特公平8-19945号公報)では特定の計算式で表わされる微細粒子として分散させることを提案する。この式の意味は、 $0.1\text{mm}^2(10^5\mu\text{m}^2)$ の視野で観察される全Pb粒子の平均面積率が1個当たり0.1%以下であると解釈できる。この公報の実施例では、Cu-Pb-Snブレイアロイ粉末が使用されており、焼結温度が低い方が微細Pb組織が得られると説明されているから、低温焼結によりPbの析出・成長を抑える手法が採用されていると考えられる。

【0008】

焼結銅合金の耐摩耗性を高めるために、 Cr_2C_3 、 Mo_2C 、WC、VC、NbCなどの炭化物を硬質物として添加することは特許文献2(特公平7-9046号公報)より公知である。この公報によると、平均粒径が10~100 μm の銅合金粉末及び平均粒径が5~150 μm の硬質物粉末をV型混合機で混合し、次に圧粉と焼結を行なっている。Pbは銅粒子の境界に存在するとの説明(第4欄第21~22行)は、PbはCuにほとんど固溶しないとの平衡状態図から導かれる知見と矛盾はしていない。

【0009】

Cu-Pb系焼結合金と同等の摺動特性を達成するPbフリー合金は特許文献3(特開平10-330868号公報)より公知であり、この公報の図から、Bi(合金)相の存在箇所は境界3重点及びこの近傍の粒界であることが分かる。

【0010】

焼結銅合金において、硬質物がPb、Bi相中に混在すると、Pb、Biの流出を防ぎ、Pb、Bi相がクッションになって、硬質物の相手軸攻撃性を緩和する；脱落した硬質物をPb、Bi相が再度捕捉し、アブレシブ摩耗を緩和することが特許文献4(特許第3421724号)

にて提案されている。この特許では、硬質物はBi相中に包み込まれたような状態で存在するので、Bi相は硬質物よりも寸法が大きくなる。

【0011】

特許文献5（特開2001-220630号公報）は、Cu-Bi(Pb)系焼結合金において、耐摩耗性向上のために添加された金属間化合物がBi又はPb相の周りに存在する組織とすることにより、摺動中に金属間化合物が銅合金表面から突出し、Bi、Pb相及びCuマトリックスは間んでオイル溜まりとなり、耐焼付性及び耐疲労性に優れた摺動材料が得られることが開示されている。焼結条件の例としては、800～920℃で約15分が挙げられている。

【特許文献1】特公平8-19945号公報

【特許文献2】特公平7-9046号公報

【特許文献3】特開平10-330868号公報

【特許文献4】特許第3421724号

【特許文献5】特開2001-220630号公報

【特許文献6】特開2000-129022号公報

【非特許文献1】非特許文献1（日本トライボロジ学会トライボロジ会議予稿集（東京2003-5）、耐硫黄軸受材の開発、B19）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

従来の燃料噴射ポンプ用軸受は、Pbフリーでかつ従来材料と同等以上の性能を実現することはできない。従って、特許文献1～6の材料につき問題点を説明する。

【0013】

Cu合金中のPb及びBiはCuマトリックスにほとんど固溶せず、また金属間化合物を生成しないため、Cuマトリックスとは別の相を形成する。摺動用銅合金のなじみ性はこの組織・性質を利用しているが、反面Pb、Bi相は低強度部分であるために、耐疲労性の低下を招いている。したがって、特許文献1が提案する低温焼結によるPb相の微細化はこの弊害を少なくするために有効である。しかしながら、Pbの成長を抑えるために必要な低温は、銅合金粒子どうしの結合力を低下させるという弊害もある。

【0014】

特許文献3,4,5で提案されているCu-Bi系合金中のBi相は高温中、あるいは劣化油中で使用した場合、Biの発汗や腐食が起きて、添加したBi量に対し、Bi量が減少してしまうため、摺動性能が低下する。また、Biは潤滑油に溶出することもある。しかし、Biが微細に分散していると、個々のBi相の体積が小さいため、発汗や腐食、流出によるBi量の減少を抑制できる。但し、Biの微細分散と銅合金の焼結性は相反する関係にある。

【0015】

また、特許文献4及び特許文献5のBi含有Cu基合金では、焼結中にBi相が液相になるためCuマトリックス中の成分がBi相に拡散し易くなり、金属間化合物がそこで生成する。したがって、金属間化合物は常にBi相とCuマトリックスの境界に存在することになるために、Cuマトリックスによる金属間化合物の保持効果が少なくなる。特許文献5で提案された焼結銅合金では、通常の焼結では所望の組織状態が得られないので、所望組織を得るための長時間焼結を行っている。この結果、特許文献4の図2に示されているようにBi相が硬質粒子よりも寸法が大きくなり、かつ後述する硬質物存在率がほぼ100%となると考えられる。また、特許文献5の図1においては、後述する硬質物接触率が高くなる。このようなBi相はCu-Bi系焼結合金の耐疲労性や耐食性を低下させる原因となる。

【課題を解決するための手段】

【0016】

従来のCu-Bi系合金は、燃料噴射ポンプの軸受に使用された場合、なじみ性、耐疲労性及び耐食性を高いレベルで両立させることができないので、本発明の第一は、Bi1～30質量%及び平均粒径が10～50μmの硬質物粒子0.1～10質量%を含有し、残部がCu及び不可避的不純物からなる組成を有し、前記硬質物粒子より平均粒径が小さいBi相がCuマトリックス

ス中に分散されていることを特徴とする燃料噴射ポンプ用Pbフリー軸受を提供し、本発明の第二は、Bi1~30質量%及び平均粒径が10~50 μ mの硬質物粒子0.1~10質量%を含有し、残部がCu及び不可避免的不純物からなる組成を有し、前記硬質物粒子と接しているBi相に関して、該Bi相全周に対する硬質物粒子の接触長さ割合が50%以下である硬質物粒子の存在割合が硬質物粒子個数の全体に対して70%以上であることを特徴とする燃料噴射ポンプ用Pbフリー軸受を提供する。

以下、本発明を詳しく説明する。

【0017】

(1) 合金組成

本発明のCu-Bi系焼結合金において、Bi含有量が、1質量%未満であると耐焼付性が劣り、一方、30質量%を超えると強度が低下し、耐疲労性が劣るために、Bi含有量は1~30質量%である。好ましいBi含有量は1~15質量%である。

【0018】

本発明において硬質物粒子とは、特許文献2で提案されたものであってもよいが、銅合金における焼結性が優れたFe₃P、Fe₃P、FeB、Fe₂B、Fe₃BなどのFe系化合物が好ましい。さらに、Fe系化合物はBiとの濡れ性が低く、逆にCuとは濡れ性が高いため、Bi相と硬質物粒子が接する割合が小さく、Cuマトリックスに保持され易くなる。これにより、硬質物の脱落や欠けが生じにくくなり、耐摩耗性、耐焼付き性が低下するのを抑えることができる。硬質物の含有量が0.1質量%未満であると耐焼付き性が低下することを抑えることができる。硬質物の含有量が低下し、耐疲労性が劣るとともに、相手材を傷つけたり、焼結性を低下させる。好ましい硬質物粒子の含有量は1~5質量%である。

上記組成の残部は不可避免的不純物とCuである。不純物は通常のものであるが、その中でもPbも不純物レベルとなっている。

【0019】

必要により、銅合金への添加元素を添加してもよい。例えば、Cuの融点を下げ、焼結性を高めるPを0.5質量%以下添加することができる。P含有量が0.5質量%を超えると銅合金が脆くなる。また、強度及び耐疲労性を高めるSnを1~15質量%添加することができる。Sn含有量が1質量%未満であると、強度向上の効果が少なく、一方15質量%を超えると金属間化合物が生成し易くなり、合金が脆くなる。また、強度及び耐食性を高めるために、0.1~5%のNiを添加することもできる。Ni含有量が0.1%未満であると、強度向上の効果が少なく、一方5質量%を超えると金属間化合物が生成し易くなり、合金が脆くなる。これら元素はCuに合金化されて銅合金マトリックスを構成する。

さらに、銅合金に対する複合成分として、MoS₂、黒鉛などの固体潤滑剤を5質量%以下添加することができる。

【0020】

(2) 合金組織

本発明の第一及び第二において、硬質物粒子の平均粒径は10~50 μ mである。平均粒径が10 μ m未満であると、耐摩耗性に対する硬質物の効果が小さく、50 μ mを超えると焼結銅合金の強度が低下する。好ましい硬質物粒子の平均粒径は15~30 μ mである。

本発明の合金組織は、銅合金の焼結中に硬質物粒子とBi相が接するような後者の流動をできるだけ阻止することである。

【0021】

この結果を本発明の第一においては、Bi相の平均粒径(Bi相の円相当径)(D_{Bi})は添加した硬質物の平均粒径(D_H)より小さい($D_{Bi} < D_H$)ことである規定している。

【0022】

また、本発明の第二においては、硬質物粒子と接しているBi相に関して、該硬質物粒子の全周に対するBi相の接触長さ割合が50%以下である硬質物粒子の存在割合が硬質物粒子個数の全体に対して70%以上であると規定している。ここで、「硬質物粒子の全周に対するBi相の接触長さ割合」を「硬質物接触比率」ということにする。硬質物接触比率が100%であると、特定の1個のBi相と接している1又は2以上の硬質物粒子のそ

れぞれが、全周でB i相と接していることであり、これはとりもおおざ、硬質物粒子がB i相中に埋め込まれている状態である。一方硬質物接触比率が100%未満であり、0でないとする、硬質物粒子はB i相外にはみ出した部分を必ず有しており、この部分は銅合金と接していることになる。本発明において、硬質物接触比率を50%以下としたのは、硬質物粒子とB i相との接触をできるだけ少なくすることにより、それぞれの特性を十分に発揮させるためである。次に、50%以下の硬質物接触比率の硬質粒子が硬質物全体に対して存在する個数割合を『硬質物存在率』ということにする。硬質物存在率が100%であると、すべての硬質物接触比率が50%以下である。一方、硬質物存在比率が0%であると、すべての硬質物粒子に関して硬質物接触比率が50%を超えることになる。本発明においては硬質物存在比率を70%以上に限定したのは、接触が少ないB i相と硬質粒子を相対的に多くすることにより、それぞれの特性を十分に発揮させるためである。

【0023】

このような焼結過程をもたらすためには、Cu-Bi合金アトマイズ粉末あるいはCu-Biアトマイズ粉末との混合粉末を焼結温度での保持時間が2分以下の短時間焼結を行なうことが好ましい。このような短時間焼結は特許文献6（特開2002-12902号公報）で本出願人が提案した高周波焼結により行なうことができる。

【0024】

(3) 合金の性質

本発明の銅基焼結合金は、一般的にいうと、Bi相はなじみ性を発揮し、硬質物粒子がCuマトリックスに強固に保持され、その脱落が起ころがたく、耐摩耗性及び耐焼付き性が向上するとともに、強度や耐疲労性が良好になる。

(イ) Bi相は焼結合金全体において微細に分散しているために、材料自体のバルク性質が耐疲労性、耐食性及び強度の点で優れている。

(ロ) 硬質物粒子は殆どがCuもしくは銅合金マトリックスに保持されているので、摺動面における材料は耐摩耗性に優れている。

(ハ) 摺動面に存在するBi相によりPbフリーでも優れたなじみ性が達成される。

(ニ) 微細に分散されたB i相が優れた非凝着性及び耐焼付き性をもたらす。

【0025】

(4) プシュの製法

Cu-Bi粉末をアトマイズ法により粉末とし、上記組成になるように硬質物粉末、他の金属成分を含む粉末を混合する。硬質物以外の成分はアトマイズにより得られる合金粉末でも良い。銅板上に混合した粉末を均一の厚さに散布し、上記短時間焼結を行う。ロールで圧延し、再度短時間焼結した後、必要に応じてロールで圧延する。得られたパイメタル材を所定の大きさに切断し、円筒形になるように曲げ加工を行い、プシュを製造する。以下、実施例により本発明をより詳しく説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

表1に組成を示すCu-Bi合金粉末（粒径150 μ m以下、アトマイズ粉末）と硬質物粉末（平均粒径一表1に示す）を混合し、銅板上に約1mmの厚さになるように散布した後、750~1000℃、焼結時間20~1800秒、水素還元雰囲気中で1次焼結を行った。その後圧延加工を行い、同じ条件で2次焼結を行って得られた焼結材を供試材とした。焼結時間範囲内の長時間焼結はBi相の拡散を促進して本発明外の比較例を調製するための条件である。

【0027】

耐焼付き試験方法

上記方法により調製された銅合金表面をペーパーでラップして表面粗さ（十点平均粗さ）を1.0 μ m以下にした供試材に鋼球をあて、荷重をかけて一方向に滑らせる。滑らせた後の鋼球を観察し、鋼球に凝着しているCu合金の面積を測定する。凝着しやすい材料は耐焼付き性に劣るため、凝着面積が小さいものが耐焼付き性に優れる。

試験機：スティックスリップ試験機

荷重：500g

軸材質: SUJ2

潤滑油: なし

温度: 室温~200℃漸増

【0028】

耐疲労性

疲労強度と引張強度はよい相関にあり、引張強度が高いものが耐疲労性に優れているため、Cu-Bi合金の材料強度(引張強度)をJISに準拠した引張試験により行ない、これを疲労強度の代替特性とした。

【0029】

硬質物存在率並びに上記特性の試験の結果を表1に示す。

【0030】

【表1】

		Bi量 (質量%)	Bi相 円相当径 (μm)	硬質物量(質量%)			硬質物 平均粒径 (μm)	硬質物 粒子の存 在割合 (%)	耐焼付き性 凝着面積 (μm^2)	耐疲労性 材料強度 MPa
				Fe ₃ P	Fe ₂ P	FeB				
実施例	1	3	5	2	1	—	15	89	12	264
	2	6	5	3	2	—	25	94	15	257
	3	5	8	4	—	—	25	91	11	262
	4	10	7	2	1	—	15	92	12	252
	5	10	12	4	—	—	25	86	8	230
	6	10	14	4	1	—	25	89	8	225
	7	10	18	—	—	—	24	84	6	220
	8	15	8	2	—	—	15	93	0	238
	9	15	17	2	3	—	25	91	0	214
	10	15	14	—	—	4	24	92	0	228
	11	15	13	—	3	—	25	91	0	232
	12	20	22	3	2	—	25	88	0	198
	13	20	28	7	3	—	32	86	0	176
比較例	1	—	—	—	—	—	—	—	100	348
	2	5	81	5	—	—	25	65	12	184
	3	10	62	3	—	—	25	32	25	176
	4	10	105	3	2	—	25	18	50	162
	5	15	68	2	1	—	25	25	50	145
	6	20	127	5	—	—	25	12	50	123

【0031】

表1より本発明実施例は耐焼付き性、耐疲労性及び耐食性を兼備していることが明らかである。

【0032】

図1及び2に本発明実施例No.4の200倍及び500倍の顕微鏡組織写真を示し、同様に図3及び4に比較例No.3の200倍及び500倍の顕微鏡組織写真を示す。前者の図1、2は硬質物とBi相の接触割合が少なく、後者の図3、4は硬質物とBi相の接触割合が大きいことが分かる。

【0033】

実施例2

実施例1の比較例材料No.4、実施例材料No.6を円筒形に曲げ、プッシュ形状に加工した後、ディーゼル燃料噴射ポンプに組み込んで耐久性試験を行なった。潤滑油として、JIS2号軽油を使用した。実施例材料No.6は特に損傷が見られず、1000hrの試験を終了した。

【産業上の利用可能性】

【0034】

本発明に係る燃料噴射ポンプ用軸受は、Pbフリーであるにも拘わらず耐焼付性及び耐疲労性が優れているので、高圧力で作動されるポンプの軸受としてすぐれている。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の一実施例に係る焼結銅合金の顕微鏡組織を示す写真である（200倍）。

【図2】本発明の一実施例に係る焼結銅合金の顕微鏡組織を示す写真である（500倍）。

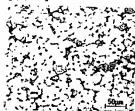
【図3】比較例に係る焼結銅合金の顕微鏡組織を示す写真である（200倍）。

【図4】比較例に係る焼結銅合金の顕微鏡組織を示す写真である（500倍）。

【図5】燃料噴射ポンプの一例を示す図である。

10

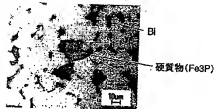
【図1】



【図4】



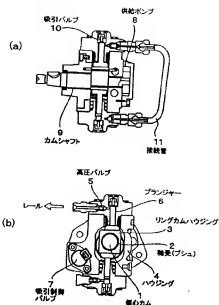
【図2】



【図3】



【図 5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

F 1 6 C 33/12

F I

F 1 6 C 33/12

B

テーマコード (参考)

(72)発明者 早川 宏明

愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目6番地 大豊工業株式会社内

(72)発明者 稲吉 成彦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 村上 洋一

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 鈴木 雅詞

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 野須 敬弘

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

Fターム(参考) 3J011 AA07 EA02 DA01 KA02 LA01 SB03 SB19 SE10

4K018 AA04 AA05 AB04 AB10 AC01 BB04 BC12 CA37 DA11 DA21

DA31 HA03 JA22 KA03